第 29 卷 第 3 期　　昆 虫 学 报　　Vol. 29, No. 3
1986 年 8 月　　ACTA ENTOMOLOGICA SINICA　　Aug., 1986

大袋蛾雄虫触角的细微结构

赵博光　黄金生　张飞龙
（南京林业大学）

随着应用合成昆虫信息素控制害虫研究的逐步深入，有关昆虫触角形态学、组织学及超微结构方面的报道日渐增多。Schneider (1964), Seabrook (1978), Zacharuk (1980) 等从不同方面对这些研究进行了评述。

大袋蛾 *Clania variegata* Snellen 属鳞翅目，袋蛾科 (Psychidae)，是我国重要的食叶害虫之一。为了有效地控制害虫的危害，寻求新的防治，测报方法，我们对大袋蛾性信息素进行了研究。根据我们的试验，除去触角的大袋蛾雄虫不再对雌虫性信息素表现行为反应，证明雄虫触角为感受性信息素的感器着生的部位。

大袋蛾成虫具有典型的性二型现象。雄成虫为正常的蛾子，而雌虫的触角、翅、口器等完全退化。为进一步研究大袋蛾雄虫接受性信息素的机制，我们用光镜、扫描电镜及透射电镜对大袋蛾雄虫触角进行了观察研究，本文报道该研究的结果，采用 Schneider (1964) 和 Jetterson 等(1970)的感器术语。

材 料 和 方 法

一、触角的整体装片　剪取 20 对在实验室中刚羽化的大袋蛾雄成虫的触角，小心地除去基部鳞片，在 0—4℃ 下保存于 2.5% 戊二醛中。制片时，用水将触角反复冲洗，再浸入 10%KOH 溶液中 10 分钟，用结晶紫染色 5 分钟，水洗后，用 70% 乙醇褪色至满意的程度，用系列浓度乙醇逐级脱水，二甲苯透明。用冷杉胶封片，于光镜下观察。

选取 1、2、5、10、15、20、25、30、35、亚端节、端节，统计和测量几种主要感器的数量和分布，然后再用这些节上感器数量，用统计学方法估计整个触角上的各种感器的总数。

二、扫描电镜样品　剪取在实验室中刚羽化的大袋蛾雄虫头部保存于 2.5% 戊二醛中 (0—4℃)，制样时用 0.1mol/L，磷酸缓冲液反复冲洗，用不同浓度的乙醇逐级脱水，然后置室温下干燥后用双面胶纸粘于样品台上；或者将剪取下的雄虫头部直接粘于样品台上，在室温下干燥 24 小时以上。两种方法制备的样品均真空喷镀铂约厚 200 Å，用 SEM-505 型扫描电镜观察、摄影。

三、透射电镜样品　透射电镜样品使用下列固定液：

1. 用 0.1mol/L 的磷酸缓冲液 (pH 7.2—7.4) 配制的 2.5% 戊二醛＋5% 蔗糖，固定时间为 1—2 小时(4℃)。

2. 在固定液 1 中加入 1% 鞣酸，固定时间 1—2 小时(4℃)。

3. 用 0.1mol/L 磷酸缓冲液配制的 1% 锇酸溶液，固定时间为 1—2 小时(4℃)。

将活雄虫的触角置入固定液 1 中，用手术剪剪下；并剪为尽可能小的段，然后按顺序通过固定液 2 和 3，样品用不同浓度的乙醇和丙酮脱水，Epon-812 包埋，用 KLB-5 型超薄切片机切片，在 H-600 型透射电镜下观察、摄影。

本文于 1984 年 9 月收到。

结果和讨论

一、触角的一般形态*

大袋蛾雄成虫触角羽状，具一节柄节、一节梗节和 43± 2 节鞭节。触角长 8.04±0.13mm，最宽处宽 4.0±0.30mm。柄节较长，基部收缩，端部膨大呈球状。柄节长 0.81±0.30mm，最宽处 0.55±0.05 mm。梗节长 0.13±0.02mm，最宽处 0.36±0.01mm。柄节、梗节上均密被不规则的鳞片，鳞片细长。柄节和梗节之基部均生有 Böhm's 鬃毛。

每个鞭节均具一对对生的侧枝，侧枝从端部约 1/3 处向尖部直径渐减。鞭节的大小变化较大，以基部第 5 节与亚端节主干大小比较为例：基部第 5 节主干长 0.125±0.100 mm 主干直径 0.244±0.019 mm 而亚端节主干长 0.109±0.011主干直径 0.063±0.010。所有鞭节表面都隆起折皱状脊纹(图版 I：1,2,3,4,7,8)。鞭节主干的背面（即触角上举时，向后的一面）密被覆瓦状排列的鳞片，而主干腹面和侧枝上鳞片稀少。多数感器着生于鞭节和主干的腹面，仅有少数着生于其背面。

二、感器的形态结构

1.毛形感器 (Sensilla trichodea) 是大袋蛾雄虫触角上为数最多的感器，估计总数为每根触角具 12612±1537 根(样本数 20)。

毛状感器顶端圆钝，基部没有表皮领 (Cuticular collar)，感觉毛细长，基部和端部微弯曲，形成“S”形(图版 I:1)。扫描电镜下，有的毛形感器端部表面呈螺纹，而基部呈环纹，有的基部呈“Λ”形纹。这些“Λ”状纹在扫描电镜下看来都很浅，基部具环纹和“Λ”形纹的毛形感器在基部直径、长度及形状方面彼此没有显著差异。用透射电镜对毛形感器检查，发现它们内部结构彼此没有明显差异，它们只具一根树突，并发现感器表皮上的孔主要分布于感觉毛的中、上部，基部很少。毛形感器的表皮厚度在基部 0.6—0.8μ 在端部 0.3—0.4 μ。

毛形感器主要着生于各鞭节的侧枝腹面及主干的腹面。除端部的 6 节外，其余各节上的毛形感器排列规则，在侧枝上呈四列(图版 I:1)。

毛形感器的大小见表 1：

表 1 几种主要感器的长度(L)和基部直径(D) (单位 μm)

	毛形感器		刺形感器		钟形感器		Böhm's 刚毛	
	L	D	L	D	L	D	L	D
平均值±标准差	134.2±34.2	3.27±0.46	52.9±3.5	3.43±0.50	8.15±0.44	12.18±0.97	31.2±3.2	2.3±[illegible].3
变动范围	78—204.0	2.97—3.96	46.8—58.5	2.97—3.96	7.92—8.91	9.90—13.86	15—38.6	1.8—2.8
感器样本数(根)	42	45	12	12	12	12	12	12

着生于端部鞭节上的毛形感器比基部的细短。端节上的毛形感器的平均长度为 90.5μ(变动范围 78.0—101.4 μ)、基部直径为 2.97 μ；而基部第 5 节上毛状感器的平均长度为 170.6 μ(变动范围为 120.9—202.8μ)、基部直径平均为 3.4μ。

毛形感器可被结晶紫渗透、染色，其数量分布见图 1。

关于毛状感器分亚类问题，虽然有的作者 (Albert 等，1973，Jefferson 等，1970) 依其表面刻纹分亚类，但有的作者 (Wall，1978) 对这种划分依据提出过疑问。在本研究中，基于感器的形态，内部结构，

* 触角各部分大小数据均为 12 只触角的样本的统计数据。

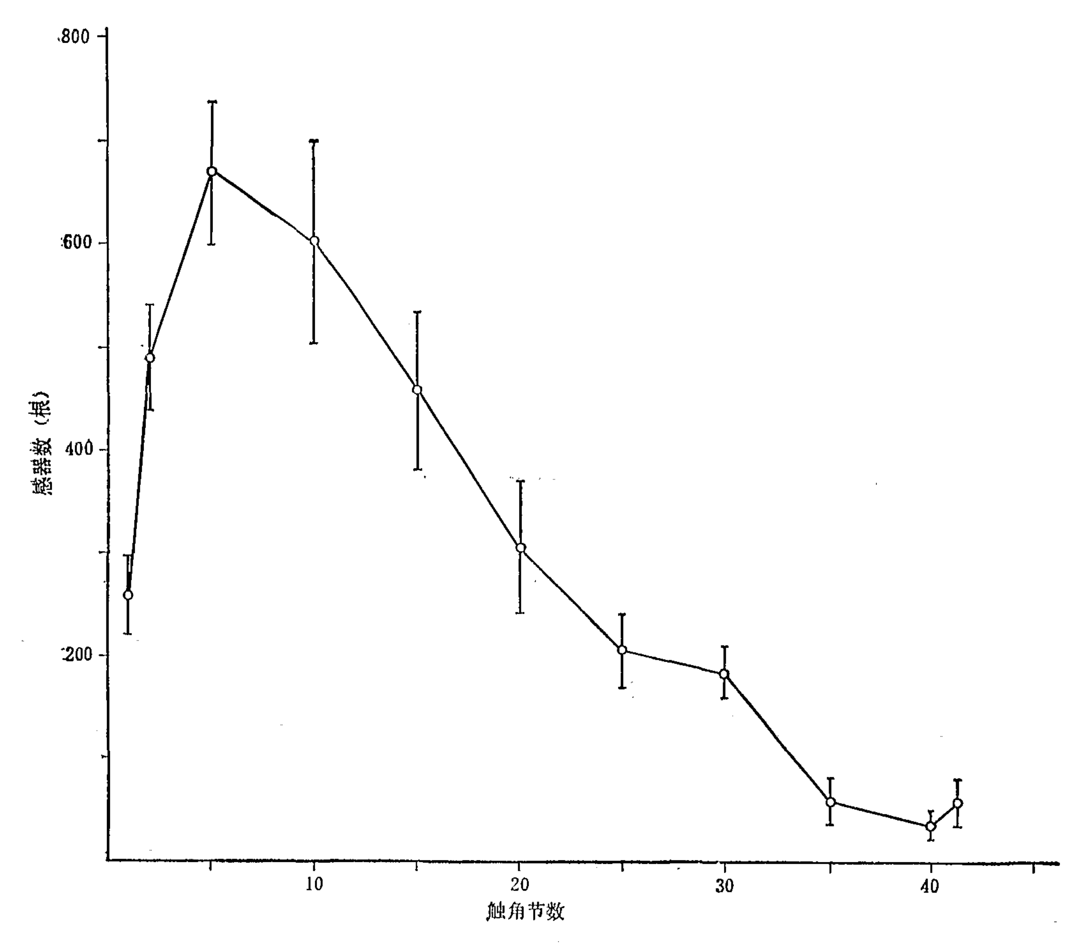


图 1　毛形感器在大袋蛾雄虫触角上的数量与分布(纵线示标准差)

认为虽然表面纹有微小的差异，仍属于同一种感器，不应再分亚类。

鳞翅目昆虫中已发现并证实一些种类的雄虫触角上的毛形感器是性信息素感器 (Seabrook, 1978)。我们根据大袋蛾毛形感器的形态，内部结构，数量及分布，并与这些已证实为性信息素感器的毛形感器相比较，仍认为大袋蛾的毛形感器有可能是性信息素感器，这需要进一步的电生理实验证实。

2. 刺形感器 (Sensilla cheatica) 为刚直的刺状毛，基部有特化的表皮领 (cuticular collar) (图版 I: 2、4)，这是它与毛状感器的明显形态区别。大袋蛾雄虫触角上的刺形感器可分为两个亚类型：长型刺形感器和短型刺形感器。长型刺形感器多着生于每个侧枝的顶端(图版 I:2)和主干背面的鳞片之间，长型刺形感器另在第 1 至 15 鞭节内侧侧枝(两触角之间称内侧，反之称外侧)的背侧面亦有分布，但背侧面着生有刺形感器的侧枝其顶端常无刺形感器着生。触角基部第 1—4 鞭节外侧侧枝的侧面也有长型刺形感器分布。长型刺形感器每根触角具 166± 9 根(样本数 12)，长度、直径的统计见表 1，数量、分布见图 2。

另外还发现一种与上述长型刺形感器长度有明显差异的短形刺形感器，长度仅 10μ 左右，但基部直径却与上述长型刺形感器相近 (图版 I: 4)。短型刺形感器主要分布在鞭节主干背面的端部近节间处。由于该种感器数量很少，没有进行统计。

两种刺形感器均不能被结晶紫染色。

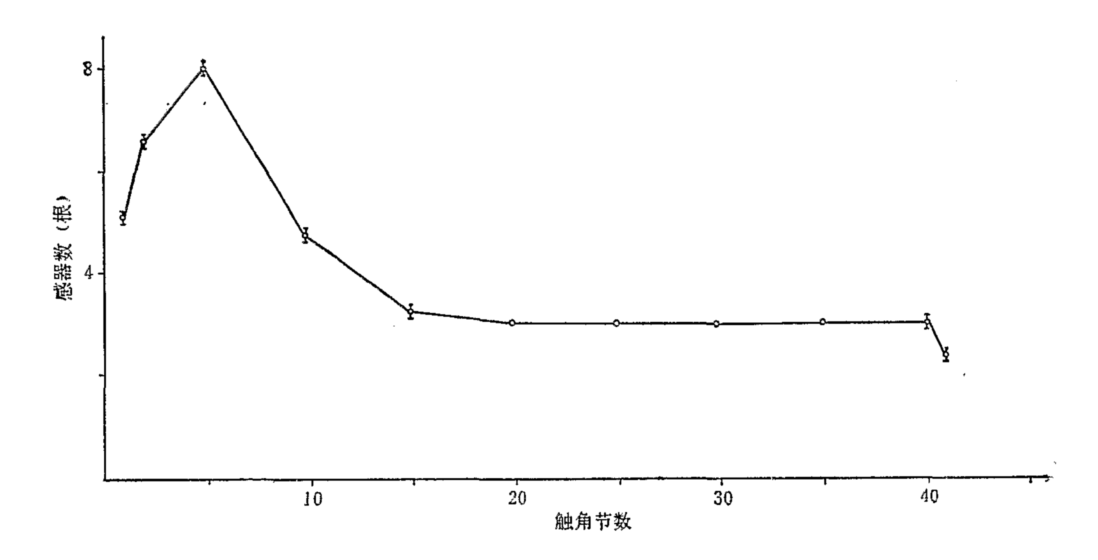


图 2 刺形感器在大袋蛾雄虫触角上的数量与分布（纵线示标准差）

3.腔锥感器 (Sensilla coeloconica) 是一类感觉锥位于表皮凹陷中的一种感器，根据外形可以将大袋蛾的腔锥感器分为两亚类：无缘毛的腔锥感器和具缘毛的腔锥感器。无缘毛腔锥感器其表皮凹陷，底部中央生有 1—2 根感觉锥，其表面无明显刻纹，感觉锥平均长度 16.4 μ（变化范围：3.5—35μ），基部直径平均为 2.6 μ（变化范围：2—3.5 μ）。感觉锥挺直，较长时常微弯曲，均突出于较浅的表皮凹陷之外，表皮凹陷边缘无缘毛或缘刺(图版 I:3)，大袋蛾雄虫触角的腔形感器绝大部分属于这种类型。它们分布于触角端部鞭节侧枝的背侧面和顶端。

具缘毛的腔锥感器其表皮凹陷底部中央仅生有 1 根感觉锥，平均长度仅 2.0 μ，基部直径平均 1.7 μ。感觉锥均不突出于凹陷外，凹陷缘具不规则的刺状缘毛(图版 I:5)。具缘毛腔锥感器的数量很少，仅分布于主干背面，在有的鞭节主干端部边缘着生 1—2 个。有的触角上没有观察到这种类型的腔形感器。

由于在光镜下统计较困难，腔形感器没有统计数量。

4. Böhm 氏鬃毛 (Böhm's bristles) 其外形似短的刺形感器，在基部也有一个环状的表皮领。它们成簇着生于柄节和梗节，大袋蛾雄虫每根触角上共着生 4 簇，分别位于柄节和梗节的基部两侧，柄节上每簇的鬃毛数显多于梗节上每簇刚毛的数量。每根触角具 262±14 根 Böhm 氏鬃毛（样本数 3）。其基部直径和长度见表 1。Böhm 氏鬃毛的测量在扫描电镜屏幕和照片上进行。

5.钟形感器 (Sensilla campaniformia)、感器的表皮呈半圆球形或半椭球形，其上没有孔，单生于鞭节侧枝的前侧面(图版 I:3)，每侧枝一般仅 1 个、间或两个且多分布在侧枝的基部和中部，端部很少每根触角具 50±6.7 个钟形感器(样本数 13)。基部直径和长度见表 1。

6.耳形感器 (Sensilla auricillica)，似耳状的感器(图版 I:8)，在大袋蛾雄成虫触角上分布很少，偶见于触角端部鞭节主干腹面的末端边缘。

7.栓锥感器 (Sensilla styloconica)，触角鞭节主干的前缘表皮凸起成栓状，其前端着生一个锥状的感器(图版 I:7)，偶见于触角端部鞭节主干腹面的前缘。

参 考 文 献

Albert, P. J and D. Seabrook 1973 Morphology and histology of the antenna of the male eastern spruce

budworm, *Choristoneura fumiferana* (Clem.) (Lepidoptera: Totricidae). *J. Zool. Can.* 51(4): 433—438.

Jefferson, R. N., R. E. Rubin, S. U. McFatland and H. H. Shorey 1970 Sex pheromones of noctuid moths XXII. The external morphology of the antennae of *Trichoplusia ni*, *Heliothis zea*, *Prodenia ornithogalli* and *Spodoptera exigua*. *Ann. 9ntomol. Soc. Amer.* 63: 1227—1238.

Schneider, D. 1964 Insect antennae. *Ann. Rev. Ent.* 9: 103—122.

Seabrook, W. D. 1978 Neurobiological contributions to understanding insect pheromone systems. *Ann. Rev. Ent.* 23: 471—485.

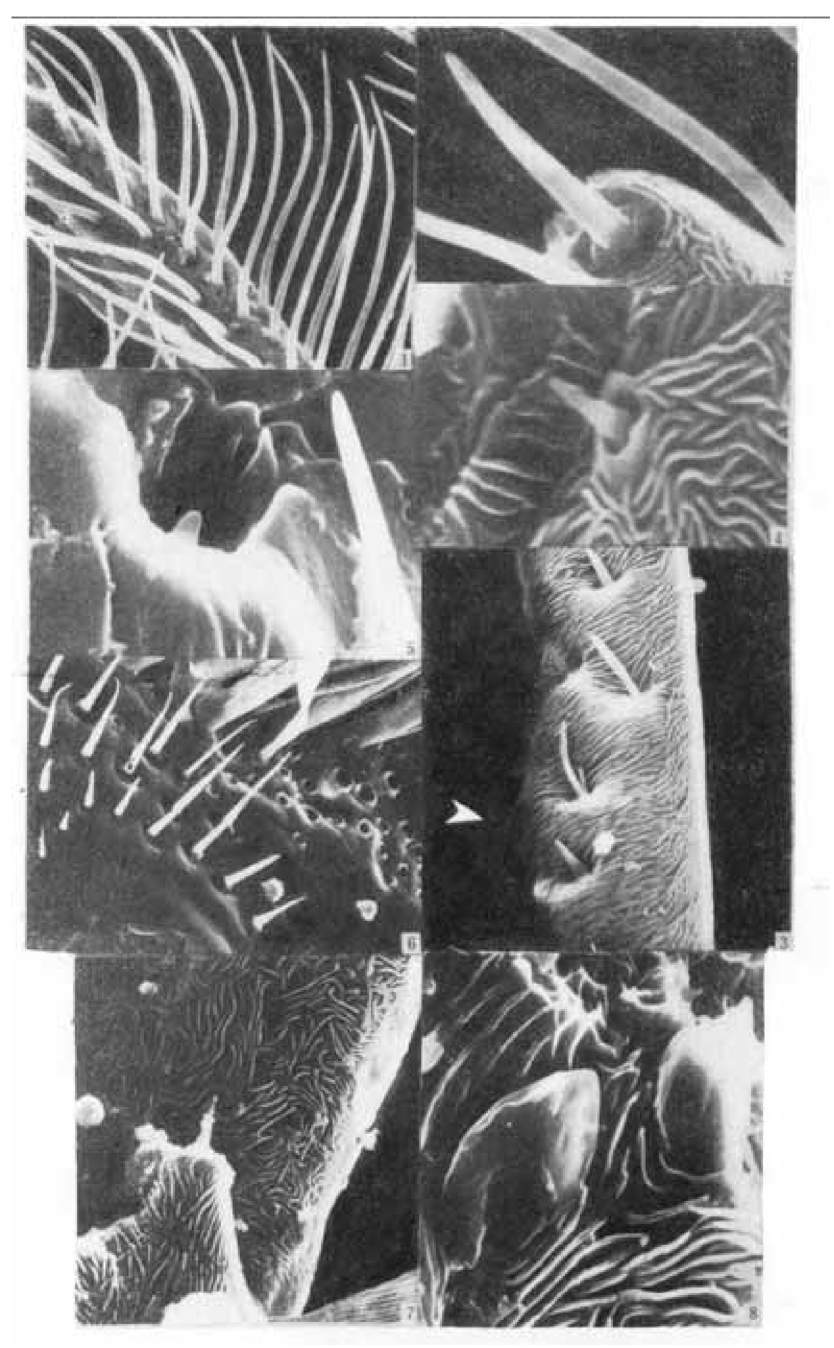
Wall, C. 1978 Morphology and histology of the antenna of *Cydia nigricana* (F.). *Int. J. Insect Morphol: Embryol.* 7: 237—250.

Zacharuk R. Y. 1980 Ultrastructure and function of insect chemosensilla. *Ann. Rev. Ent.* 25: 27—47.

FINE STRUCTURES OF THE ANTENNA OF THE MALE *CLANIA VARIEGATA* SNELLEN (LEPIDOPTERA: PSYCHIDAE)

ZHAO BO-GUANG HUANG JIN-SHENG ZHANG FEI-LONG

(Nanjing University of Forestry)



1.侧枝上的毛形感器 351× 2.侧枝端部的长型感器 1,305× 3.侧枝上无缘毛腔锥感器、钟形感器(白色箭头所示)360× 4.鞭节主干端部短形刺形感器 1,350× 5.鞭节主干端部的具缘毛腔锥感器 2,385× 6.梗节上的 Böhm 氏刚毛 450× 7.触角端部鞭节主干腹面前缘上着生的栓锥感器900× 8.触角端部鞭节主干前缘上着生的耳形感器 1,800×